

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-232311 (1999)

“Clock Tree and Synthesis Method of the Same”

The following is the translation of [abstract] in the front page:

5

The invention is directed to establish clock skew of a path including a value of clock skew which might exceed a predicted value to have a value falling within the predicted value by single placement and routing.

10 A buffer 41 having a standard driving capability and an adjustment buffer 71 provided in the vicinity of the buffer 41 and having a driving capability different from the standard driving capability are set by each driving buffer. According to the result of simulation after synthesis of a clock tree 10, either the buffer 41 or the adjustment buffer 71 is selected so that clock skew will have a value falling within a predetermined range.

15

[Description of Reference Numerals]

1, 31, 32, 41, 42	buffer
2, 3, 4, 6, 6A	group of buffers
5	group of flip-flops
20 8	interconnection
51, 52, 53	flip-flop
61, 71	adjustment buffer
100, 10, 10A	clock tree

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-232311

(43)公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 6 F 17/50

G 0 6 F 15/60

6 5 6 D

1/10

1/04

3 3 0 A

H 0 1 L 21/82

15/60

6 5 8 K

H 0 1 L 21/82

C

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-28173

(71)出願人 000232036

日本電気アイシーマイコンシステム株式会  
社

神奈川県川崎市中原区小杉町1丁目403番  
53

(22)出願日

平成10年(1998) 2月10日

(72)発明者 尾崎 佳昭

神奈川県川崎市中原区小杉町一丁目403番  
53 日本電気アイシーマイコンシステム株  
式会社内

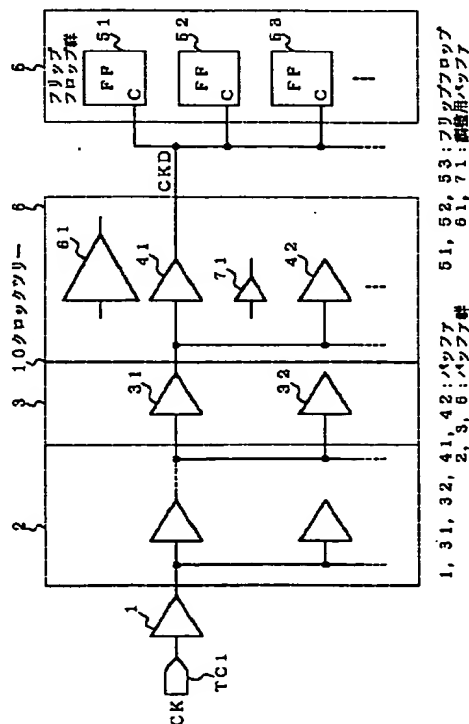
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 クロックツリー及びその合成方法

(57)【要約】

【課題】クロックスキュー値が予測値の範囲を超える可能性のある経路のクロックスキュー値を、一度の配置配線により予測値内に収める。

【解決手段】駆動用バッファの各々が、基準駆動能力のバッファ41と、バッファ41の近傍に配置した基準駆動能力と異なる駆動能力の調整用バッファ71とを設定する。クロックツリー10の合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキュー値が所定範囲内となるようバッファ41及び調整用バッファ71のいずれか一方を駆動用バッファとして選択する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 大規模集積回路に内蔵する論理回路の動作のクロックを配分するため複数のバッファから成る複数段のバッファ群を縦続接続し複数の駆動用バッファから成る最終段のバッファ群が前記論理回路を駆動するクロックツリーにおいて、前記最終段のバッファ群を構成する前記駆動用バッファの各々が、予め定めた第 1 の駆動能力の基準バッファと、前記基準バッファの近傍に配置した第 1 の駆動能力と異なる第 2 の駆動能力の調整用バッファとを備え、クロックツリー合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキューが所定範囲内となるよう前記基準バッファ及び前記調整用バッファのいずれか一方を前記駆動用バッファとして選択することを特徴とするクロックツリー。

【請求項 2】 前記調整用バッファが、前記基準バッファより駆動能力が高い高駆動能力の第 1 の調整用バッファであることを特徴とする請求項 1 記載のクロックツリー。

【請求項 3】 前記調整用バッファが、前記基準バッファより駆動能力が低い低駆動能力の第 2 の調整用バッファであることを特徴とする請求項 1 記載のクロックツリー。

【請求項 4】 前記基準バッファより駆動能力が高い高駆動能力の第 1 の調整用バッファと、前記基準バッファより駆動能力が低い低駆動能力の第 2 の調整用バッファとを備えることを特徴とする請求項 1 記載のクロックツリー。

【請求項 5】 大規模集積回路に内蔵する論理回路の動作のクロックを配分するため複数のバッファから成る複数段のバッファ群を縦続接続し複数の駆動用バッファから成る最終段のバッファ群が前記論理回路を駆動するクロックツリーを合成するクロックツリー合成方法において、前記最終段のバッファ群を構成する前記駆動用バッファの各々が、予め定めた第 1 の駆動能力の基準バッファと、前記基準バッファの近傍に配置した第 1 の駆動能力と異なる第 2 の駆動能力の調整用バッファとを準備し、クロックツリー合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキューが所定範囲内となるよう前記基準バッファ及び前記調整用バッファのいずれか一方を前記駆動用バッファとして選択することを特徴とするクロックツリー合成方法。

【請求項 6】 前記調整用バッファが、前記基準バッファより駆動能力が高い高駆動能力の第 1 の調整用バッファであることを特徴とする請求項 5 記載のクロックツリー合成方法。

【請求項 7】 前記調整用バッファが、前記基準バッファより駆動能力が低い低駆動能力の第 2 の調整用バッファであることを特徴とする請求項 5 記載のクロックツリー合成方法。

アより駆動能力が低い低駆動能力の第 2 の調整用バッファであることを特徴とする請求項 5 記載のクロックツリー合成方法。

【請求項 8】 前記基準バッファより駆動能力が高い高駆動能力の第 1 の調整用バッファと、前記基準バッファより駆動能力が低い低駆動能力の第 2 の調整用バッファとを備えることを特徴とする請求項 5 記載のクロックツリー合成方法。

【請求項 9】 前記最終段のバッファ群の前記基準バッファの各々毎に前記調整用バッファを設定する調整用バッファ設定ステップと、前記調整用バッファ設定ステップで設定した前記調整用バッファを配置する調整用バッファ配置ステップと、クロックスキューが予測値の範囲内にあるかを判定するスキュー値判定ステップと、前記クロックスキューの予測値の範囲外の駆動対象の論理回路及びその駆動用バッファを抽出する予測値範囲外抽出ステップと、前記予測値範囲外抽出ステップで抽出した抽出個所の前記駆動用バッファを前記調整用バッファに変更した場合のクロックスキューを計算する変更計算ステップと、前記クロックスキューが前記予測値の範囲内になるよう接続を変更し配線修正する配線修正ステップと、前記調整用バッファ配置ステップで配置した前記調整用バッファで未使用のバッファを削除する未使用バッファ削除ステップとを有することを特徴とする請求項 5 記載のクロックツリー合成方法。

【請求項 10】 前記変更計算ステップが、予め設定した数の事例だけクロックスキューを計算することを特徴とする請求項 9 記載のクロックツリー合成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はクロックツリー及びその合成方法に関し、特に大規模半導体集積回路（LSI）に内蔵される論理回路用のクロックスキューの調整機能を有するクロックツリー及びその合成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】クロックツリーシンセシス（クロックツリー合成）は、計算機支援設計（CAD）による LSI のレイアウト設計において、LSI チップ内のクロック分配回路であるクロックツリーのクロックスキュー値を小さくするために用いられている。

【0003】従来の LSI 内部の論理回路用のクロックツリーの設計では、クロックスキュー値を小さくするため、接続対象の負荷であるフリップフロップの個数と入力容量を調査し、クロックツリーに接続される各負荷容量が均等になるように負荷フリップフロップ群の各々のフリップフロップの個数を配分し、これら配分された各負荷フリップフロップ群を同一駆動能力のバッファで分

岐させていた。これらの作業を手で設計していた。

【0004】しかし、近年、回路素子であるトランジスタの高速化に伴い、これらの回路素子を用いる回路ブロック内の遅延に比べ配線による遅延の割合が大きくなり、上記のように、フリップフロップの個数と入力容量が均等になるようにクロックツリーを設計しても、配置配線後は配線遅延によりクロックスキュー値が大きくなり、タイミングが満足できないことが多くなってきた。また、回路規模も増加していることから、回路設計のやり直しや配置配線データの修正によりクロックスキュー値を調整することは困難であった。

【0005】そこで、クロックツリー合成は、予めクロックスキュー値を最小にするように論理回路の配置配線設計を行うことにより、配置配線後にクロックスキュー値が大きくなり回路設計のやり直しや配置配線データの修正を無くするために考えられた。

【0006】一般的な従来のクロックツリー合成方法では、回路設計時に使用するバッファの駆動能力とフリップフロップの個数とからクロックスキューの予測値を設定している。回路設計時は、この予測値を用いタイミング規格を満足できるよう設計を行う。

【0007】従来のクロックツリー合成対象のクロックツリー100をブロックで示す図8を参照すると、この従来のクロックツリー100は、クロックCKが入力するクロック入力端子TC1に接続した第1段のバッファ1と、バッファ1の出力の供給を受けそれぞれ複数の同一駆動能力のバッファを含む縦続接続された第2段～第n-2段(nは整数)のバッファ群から成るバッファ群2と、バッファ群2の第n-2段のバッファ群の出力の供給を受け同一駆動能力の複数のバッファ31, 32, ...を含む第n-1段のバッファ群3と、バッファ群3の出力の供給を受け同一駆動能力の複数のバッファ41, 42, ...を含む第n段すなわち最終段のバッファ群4とを備え、バッファ群4の各々の出力するクロックCKDの供給を受ける複数のフリップフロップ51, 52, 53, ...を含むフリップフロップ群5を駆動する。

【0008】次に、図8、図8のクロックツリー合成の処理をフローチャートで示す図9及びレイアウト結果をレイアウト図で示す図10を参照して従来のクロックツリーの合成方法について説明すると、まず、クロックツリー100の合成処理を実施する。クロックツリー100を除く全ての回路ブロックを配置し、クロックツリー100の各バッファの負荷となるフリップフロップ群5の各々のフリップフロップの個数、入力容量、配置位置からクロックスキュー値が小さくなるようにクロックツリー100を合成する(ステップF1)。

【0009】次に、配置配線を行う。このとき、クロックスキュー値を小さくするため、フリップフロップの個数、フリップフロップの入力容量、配置位置から予測さ

れる容量を計算し、その容量が均等になるようにフリップフロップを予め決められた複数のグループに分け、それぞれグループの中心に同一駆動能力のバッファを1個配置する。次に、そのグループを決められた個数毎にひとまとまりのグループとし、ひとまとまりのグループ毎に同一駆動能力のバッファを1個配置する。この処理を、グループが1個になるまで続ける。この後配線を行う(ステップF2～F4)。このようにして、クロックスキューが小さくなるようにクロックツリー100を自動で合成する。次に、クロックスキュー値を計算し(ステップF5)、クロックスキュー値が予測値の範囲内にあるかを判定する(ステップF6)。この判定結果、クロックスキュー値が予測値の範囲内であればクロックツリー100が完成したので処理を終了する。

【0010】ステップF6の判定結果、クロックスキュー値が予測値の範囲を超えていれば、ステップF7に進み、配線手修正で修正可能かの判定をする。この判定結果、修正可能であれば、配線修正を実行し(ステップF7)、ステップF5に戻り、再度ステップF5, F6を実施する。

【0011】ステップF7の判定結果、修正不可能であれば、ステップF9に進み、回路変更を実施し、その後改めて、ステップF1から本処理を実施する。

【0012】しかし、この従来技術では、次のような問題点があった。第1の問題点は、しばしばクロックスキュー値が予測値を超えてしまうことであることである。その理由は、クロックツリーの合成後にクロックスキュー値が予測値の範囲を超えても、クロックスキュー値を予想値の範囲内に修正するための手段・ステップを有していないためである。近年の製造技術向上により微細化が進み、遅延値の配線依存性が高くなってきている。そのため、バッファをバランスよく配置するだけでは、配線の遅延値がばらつき、クロックスキュー値が大きくなってしまっても理由である。第2の問題点は、クロックスキューが予測値の範囲を超えてしまった時は、クロックツリーの配線や配置を、またクロックツリー以外のブロック配置や配線の修正、または全ての配置配線をやリ直して、予測値の範囲内に収めなければならないことである。最悪の場合は、予測値を見直し、回路の設計からやり直さなければならない。そのため設計期間が長くなってしまいうことである。その理由は、配置配線が全て完了しているため、新たなバッファを挿入しようとしても配置するスペースがなくなっているためである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のクロックツリー及びその合成方法は、クロックツリーの合成後にクロックスキュー値が予測値の範囲を超えても、クロックスキュー値を予想値の範囲内に修正するための手段や処理手順を有していないため、しばしばクロックスキュー値が予測値を超えてしまうという欠点があった。

【0014】また、クロックスキューが予測値の範囲を超えてしまった時は、クロックツリーや周辺回路の配線及び配置の修正、または全ての配置配線をやり直しす必要があり、最悪の場合は、予測値を見直し、回路の設計からやり直す必要が生じるため設計期間が長くなってしまふという欠点があった。

【0015】本発明の目的は、クロックスキュー値が予測値の範囲を上回ったり下回ったりする可能性のある経路のクロックスキュー値を、一度の配置配線により予測値内に収めることができるクロックツリー及びその合成方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明のクロックツリーは、大規模集積回路に内蔵する論理回路の動作のクロックを配分するため複数のバッファから成る複数段のバッファ群を縦続接続し複数の駆動用バッファから成る最終段のバッファ群が前記論理回路を駆動するクロックツリーにおいて、前記最終段のバッファ群を構成する前記駆動用バッファの各々が、予め定めた第1の駆動能力の基準バッファと、前記基準バッファの近傍に配置した第1の駆動能力と異なる第2の駆動能力の調整用バッファとを備え、クロックツリー合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキューが所定範囲内となるよう前記基準バッファ及び前記調整用バッファのいずれか一方を前記駆動用バッファとして選択することを特徴とするものである。

【0017】本発明のクロックツリー合成方法は、大規模集積回路に内蔵する論理回路の動作のクロックを配分するため複数のバッファから成る複数段のバッファ群を縦続接続し複数の駆動用バッファから成る最終段のバッファ群が前記論理回路を駆動するクロックツリーを合成するクロックツリー合成方法において、前記最終段のバッファ群を構成する前記駆動用バッファの各々が、予め定めた第1の駆動能力の基準バッファと、前記基準バッファの近傍に配置した第1の駆動能力と異なる第2の駆動能力の調整用バッファとを準備し、クロックツリー合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキューが所定範囲内となるよう前記基準バッファ及び前記調整用バッファのいずれか一方を前記駆動用バッファとして選択することを特徴とするものである。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態のクロックツリー合成対象のクロックツリー10を図8と共通の構成要素には共通の参照文字／数字を付して同様にブロックで示す図1を参照すると、この図に示す本実施の形態のクロックツリー10は、従来と共通のクロックCKが入力するクロック入力端子TC1に接続した第1段のバッファ1と、バッファ1の出力の供給を受けそれぞれ複数の同一駆動能力のバッファを含む縦続接続された第2段～第n-2段(nは整数)のバッファ群から成る

バッファ群2と、バッファ群2の第n-2段のバッファ群の出力の供給を受け同一駆動能力の複数のバッファ31, 32, ...を含む第n-1段のバッファ群3とに加えて、バッファ群4の代わりにバッファ群3の出力の供給を受け同一駆動能力(基準駆動能力)の複数のバッファ41, 42, ...に加えてこれらバッファ41, 42, ...の各々毎に駆動能力がバッファ41, 42より高い高駆動能力の調整用バッファ61, 62, ...と駆動能力がバッファ41, 42より低い低駆動能力の調整用バッファ71, 72, ...とを近傍に有する第n段すなわち最終段のバッファ群6とを備え、従来と共通の、バッファ群6の各々の出力するクロックCKDの供給を受ける複数のフリップフロップ51, 52, 53, ...を含むフリップフロップ群5を駆動する。

【0019】すなわちバッファ41の近傍には、高駆動能力のバッファ61と低駆動能力の調整用バッファ71とを配置し、バッファ42の近傍には、高駆動能力の調整用バッファ62と低駆動能力の調整用バッファ72とを配置する。以下バッファ43以降についても同様である。

【0020】調整用バッファ61は、例えば基準駆動能力のバッファ41の出力用トランジスタと同一サイズのトランジスタをm個(mは整数)を並列駆動するか、あるいはバッファ41の出力用トランジスタのサイズのm倍のサイズのトランジスタを用いて実現できる。

【0021】同様に、調整用バッファ71は、例えば基準駆動能力のバッファ41の出力用トランジスタのサイズの1/m倍のサイズのトランジスタを用いて実現できる。また、調整用バッファ71の出力用トランジスタをm個並列駆動してバッファ41の出力用トランジスタを構成しても良い。

【0022】公知のように、出力用のバッファの負荷容量を含む負荷が一定の場合は、バッファの駆動能力の大きさに対応して信号遅延が変化する。すなわち、バッファ駆動能力が低い場合は信号遅延が大きくなり、駆動能力が高い場合は信号遅延が小さくなる。

【0023】したがって、本実施の形態では以下に説明するように、まず、クロックツリーを基準駆動能力のバッファ41(代表例)を用いて合成した後、クロックスキューを計算し、この計算結果、クロックスキューが予測値より大きい場合は、バッファ41を高駆動能力のバッファ61に変更し、予測値より小さい場合は、バッファ41を低駆動能力のバッファ71に変更することにより、クロックスキューを所定の予測範囲内に収めるものである。

【0024】本実施の形態のクロックツリー合成の処理を図9と共通の構成要素には共通の参照文字／数字を付して同様にフローチャートで示す図2を参照すると、従来と共通のステップF1～F5に加えて、最終段のバッファ群6の基準駆動能力のバッファ41, 42, ...

の各々毎に基準駆動能力に対し高・低各駆動能力の調整用バッファ61、62を設定する調整用バッファ設定ステップA1と、ステップA1で設定した調整用バッファ61、71のいずれかを選択配置する調整用バッファ配置ステップA2と、クロックスキューが予測値の範囲内にあるかを判定するスキュー値判定ステップA3と、スキュー値の予測値の範囲外のフリップフロップ及びその駆動用のバッファを抽出する予測値範囲外抽出ステップA4と、その抽出箇所を変更した場合のクロックスキュー値を計算する変更計算ステップA5と、クロックスキュー値が予測値の範囲内になるよう接続を変更し配線修正する配線修正ステップA6と、ステップA2で配置した調整用バッファで未使用のバッファを削除する未使用バッファ削除ステップA7とを有している。

【0025】次に、図1、図2及びレイアウト結果をレイアウト図で示す図3を参照して本実施の形態のクロックツリーの合成方法について説明すると、まず、従来と同様に、クロックツリー10の合成処理を実施する。クロックツリー10を除く全てのブロックを配置し、クロックツリー10の各バッファの負荷となるフリップフロップ群5の各々のフリップフロップの個数、入力容量、配置位置からクロックスキュー値が小さくなるようにクロックツリー10を合成する（ステップF1）。

【0026】次に、ステップF1で合成されたクロックツリー10について最終段のバッファ群6の全てのバッファ41、42、・・・の各々に対して、それぞれ高駆動能力の調整用調整用バッファ61、62、・・・及び低駆動能力の調整用バッファ71、72、・・・を設定する（ステップA1）。

【0027】次に、従来と同様に、クロックツリー10を配置する（ステップF2）。

【0028】次に、ステップA1で設定した高駆動能力の調整用調整用バッファ61、62、・・・及び低駆動能力の調整用バッファ71、72、・・・を、最終段バッファ群6内の全ての対応するバッファ41、42、・・・に対してそれぞれの近傍に配置する（ステップA2）。図3を参照すると、バッファ41に対して、調整用バッファ61、71が近傍に配置されていることを示す。

【0029】次に、クロックツリー10とフリップフロップ群12のクロック入力用の配線をそれぞれ配線し（ステップF3）、クロックスキュー値を計算する（ステップF5）。

【0030】計算結果から、フリップフロップ群5のクロックスキュー値が予測値の範囲外にあるフリップフロップを抽出し、そのフリップフロップのクロック入力に接続されている配線と前段に接続されているクロックツリー10の最終段バッファ群6のバッファの1個及びその近傍に配置されステップA2で設定した対応する高駆動能力及び低駆動能力の2個1組の調整用バッファを抽出する（ステップA4）。

出する（ステップA4）。

【0031】次に、ステップA4の抽出箇所の接続を変更可能な全ての組み合わせについて設定し、それぞれ変更した場合のクロックスキュー値を全て計算する（ステップA5）。

【0032】その結果からクロックスキュー値が予測値の範囲内になる接続（予測値の範囲内になる接続の変更が2通り以上ある時は、クロックスキューが一番小さくなる接続）を選択し、接続変更のための配線修正を実施する（ステップA6）。

【0033】次に、未使用の調整用バッファの入力を削除する（ステップA7）。

【0034】最後にクロックツリー以外の接続を配線する（ステップF4）。

【0035】次に、調整用バッファの使用対応の接続変更データを回路で示す図4、図5を併せて参照しながら具体例を用いて本発明の動作を詳細に説明すると、ここでは、例として、フリップフロップ群5のフリップフロップ53のクロックスキュー値が予測値を超えているものとする。

【0036】ステップA4で、バッファ41、調整用バッファ61、71及び配線8を抽出する。ステップA5では、予め設定され図4（A）、（B）、（C）、図5（A）、（B）、（C）に示す全ての接続変更案データを参照し、それぞれの変更案を実施した場合のクロックスキュー値を、バッファ41、61、71の配置位置及び配線済みの配線8の配線容量を用いてそれぞれ計算する。本例では接続変更案データD1には、図4（A）、（B）、（C）、図5（A）、（B）、（C）の6例を設定している。

【0037】ステップA6では、計算の結果より、上記接続変更案データの中のクロックスキュー値が予測値の範囲内になり、1番クロックスキュー値が小さくなった図4（A）の接続、すなわち、調整用バッファ61を用いる接続を選択し、バッファ41、61及びフリップフロップ53のクロック入力の接続を変更する。このため変更した箇所だけ配線修正する。

【0038】ステップA7では、ステップA2で配置された調整用バッファ61、71の内、未使用の調整用バッファ71の入力を削除する。次に、本発明の第2の実施の形態クロックツリー合成対象のクロックツリー10Aを図1と共通の構成要素には共通の参照文字/数字を付して同様にブロックで示す図6を参照すると、この図に示す本実施の形態の前述の第1の実施の形態との相違点は、最終段のバッファ群6の代わりに最終段のバッファ群6Aが、基準駆動能力のバッファ41、42、・・・の各々毎にバッファ41、42と駆動能力が異なる調整用バッファ1種類のみ、この例では低駆動能力の調整用バッファ71、72、・・・のみを近傍に有することである。すなわち、高駆動能力の調整用バッファ61、

6 2, . . . を有しないことである。

【0039】本実施の形態の動作は、図2の第1の実施の形態と同様である。本実施の形態では、クロックスキューの調整用バッファが1種類であるため、クロックツリーの配置時間（ステップA2）と、抽出個所の接続を変更可能な全ての組み合わせについて設定し、それぞれ変更した場合のクロックスキュー値を全て計算する（ステップA5）の処理時間が少なく済む。

【0040】このように、本発明では駆動能力が同じまたは異なるクロックスキュー調整用バッファを最終段バッファ1個に対して予め1個以上有することでも実現できる。

【0041】次に、本発明の第3の実施の形態クロックツリーの合成方法を図2と共通の構成要素には共通の参照文字／数字を付して同様にフローチャートで示す図7を参照すると、この図に示す本実施の形態の前述の第1の実施の形態との相違点は、変更可能な全ての組み合わせについてクロックスキュー値を計算する変更計算ステップA5の代わりに、予め設定した数だけクロックスキュー値を計算する変更計算ステップB5を有し、クロックスキューを予測値内に収めようとするものである。

【0042】本実施の形態では、予め接続変更案データD1に変更案を数種（ここでは図4（A）、（B）、（C）の3種とする）設定し、その変更案に沿ってクロックスキュー値を計算する。

【0043】3種の変更案の計算結果からクロックスキュー値が1番小さくなるものを選択して接続を変更し配線修正する。

【0044】そのためクロックスキュー値を予測値の範囲内にするための処理時間が少なく済むという新たな効果を有する。

【0045】このように、本発明では、クロックスキュー値が予測値の範囲外になったときの修正方法を予め数種類設定しておくことでも実現できる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のクロックツリー及びその合成方法は、駆動用バッファの各々が、基準バッファと、この基準バッファの近傍に配置した異なる駆動能力の調整用バッファとを備え、クロックツリー合成後のシミュレーション結果に応じてクロックスキューが所定範囲内となるよう上記基準バッファ及び上記調整用バッファのいずれか一方を駆動用バッファとして選択することにより、クロックスキューを予測値の範囲内に一度で収めることができるので、クロックスキュー

が予測値の範囲を超えたことによる修正が不要となるという効果がある。

【0047】また、クロックスキューが予測値の範囲を超えていても、容易にクロックスキューを調整できるという効果がある。

【0048】さらに、クロックスキューの調整のための配線修正時点ではクロックツリー以外の配線がないため、修正が容易であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のクロックツリーの第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態のクロックツリーの合成方法における処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】本実施の形態のクロックツリーの合成方法による合成結果のクロックツリーの一例を示すレイアウト図である。

【図4】本実施の形態のクロックツリーの合成方法における調整用バッファの具体的な使用方法対応の第1、2及び第3の接続変更案データを示す回路図である。接続変更案データを示す回路図である。

【図5】本実施の形態のクロックツリーの合成方法における調整用バッファの具体的な使用方法対応の第4、5及び第6の接続変更案データを示す回路図である。

【図6】本発明のクロックツリーの第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態のクロックツリーの合成方法における処理の一例を示すフローチャートである。

【図8】従来のクロックツリーの一例を示すブロック図である。

【図9】従来のクロックツリーの合成方法における処理の一例を示すフローチャートである。

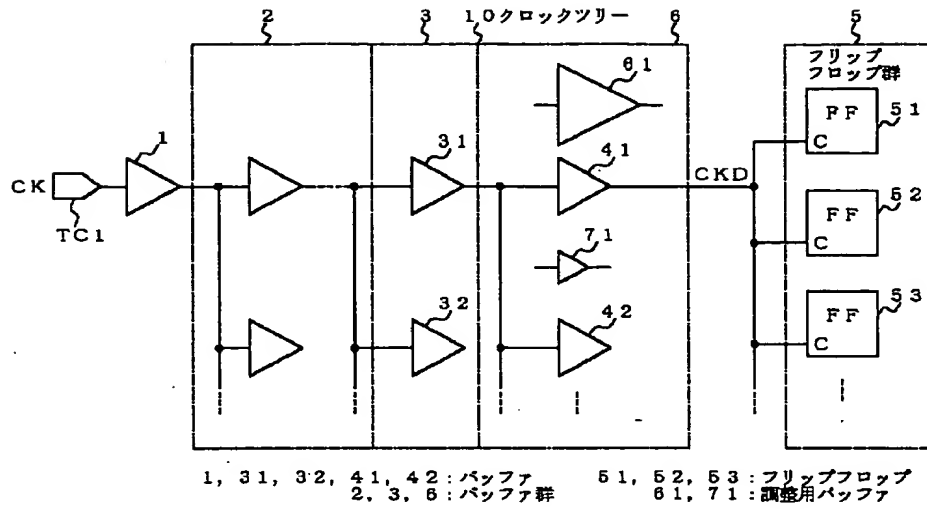
【図10】従来のクロックツリーの合成方法による合成結果のクロックツリーの一例を示すレイアウト図である。

【符号の説明】

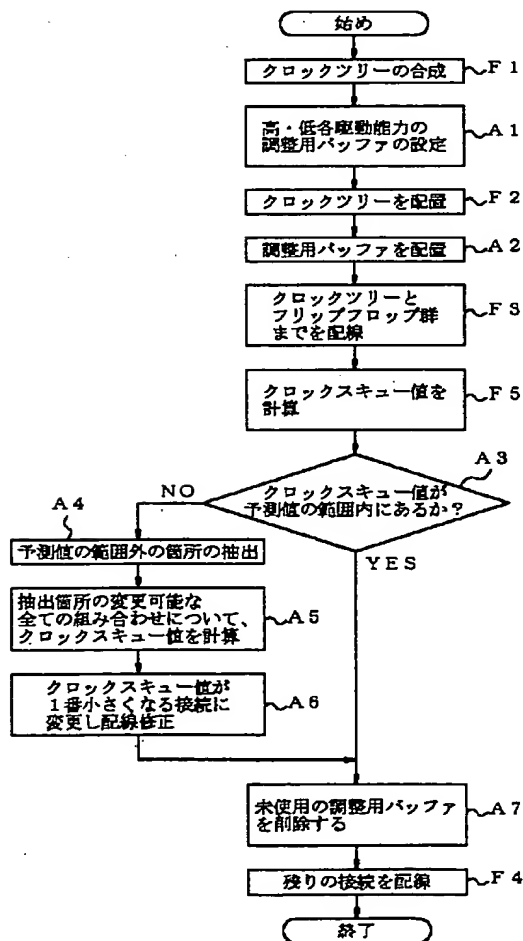
- 1, 3 1, 3 2, 4 1, 4 2    バッファ
- 2, 3, 4, 6, 6 A    バッファ群
- 5    フリップフロップ群
- 8    配線
- 5 1, 5 2, 5 3    フリップフロップ
- 6 1, 7 1    調整用バッファ
- 1 0 0, 1 0, 1 0 A    クロックツリー



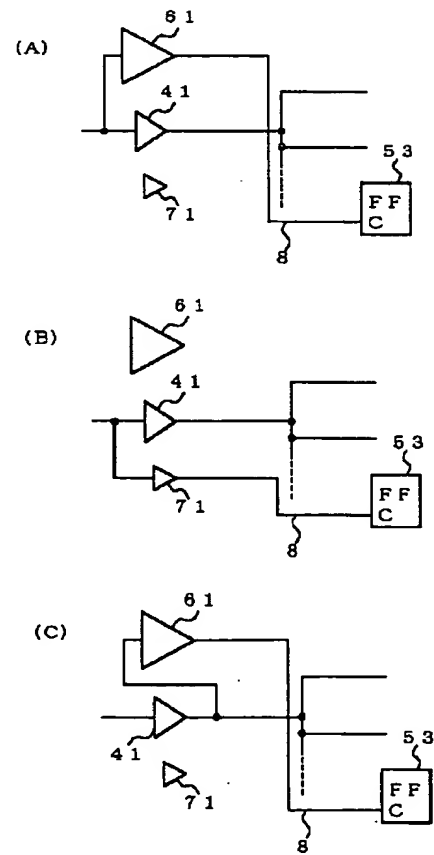
【図1】



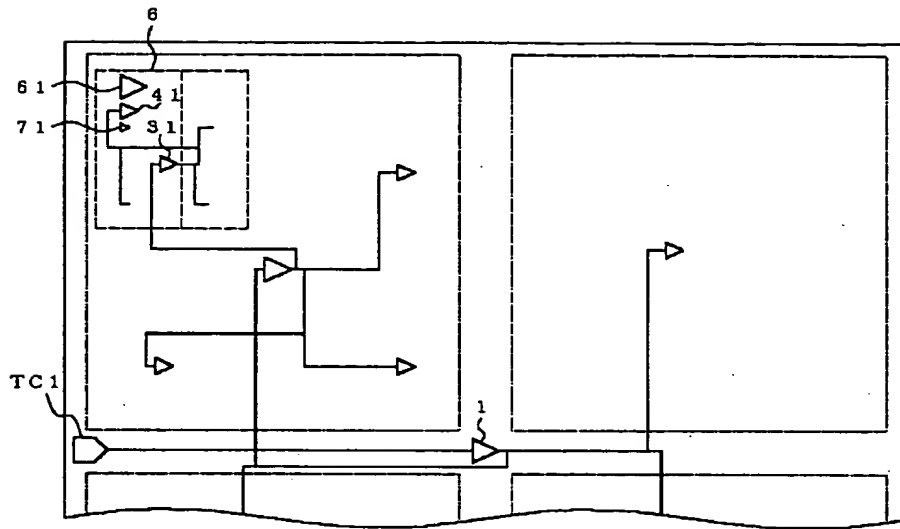
【図2】



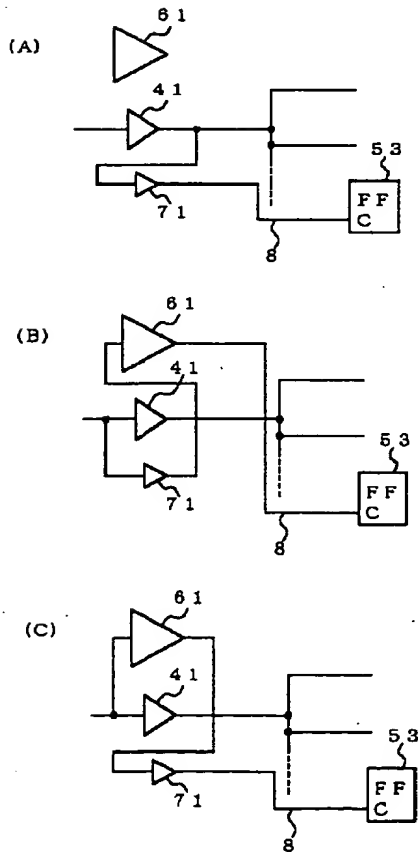
【図4】



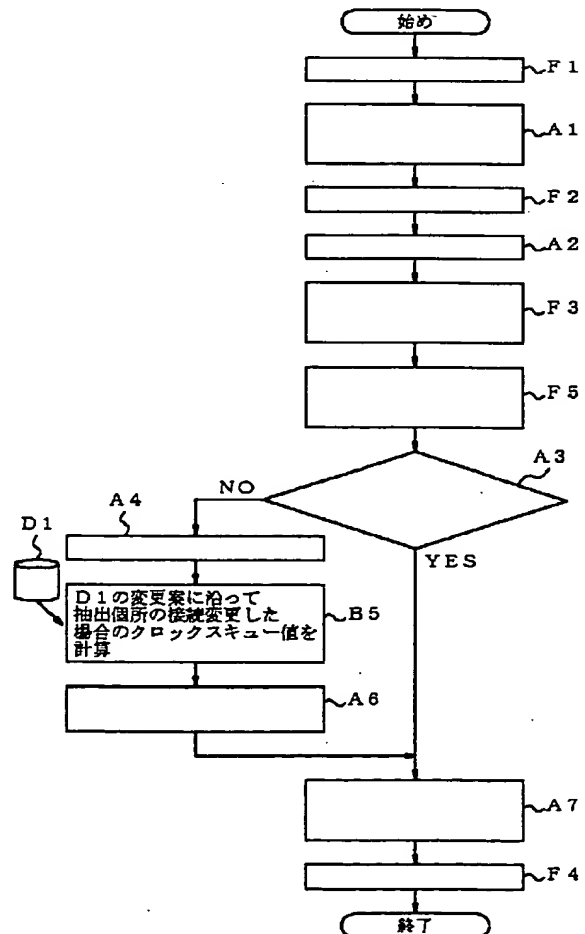
【図 3】



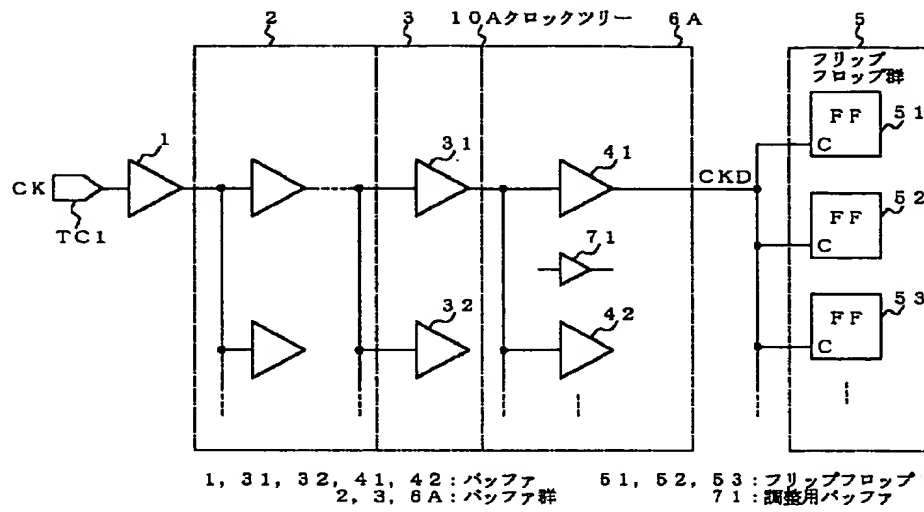
【図 5】



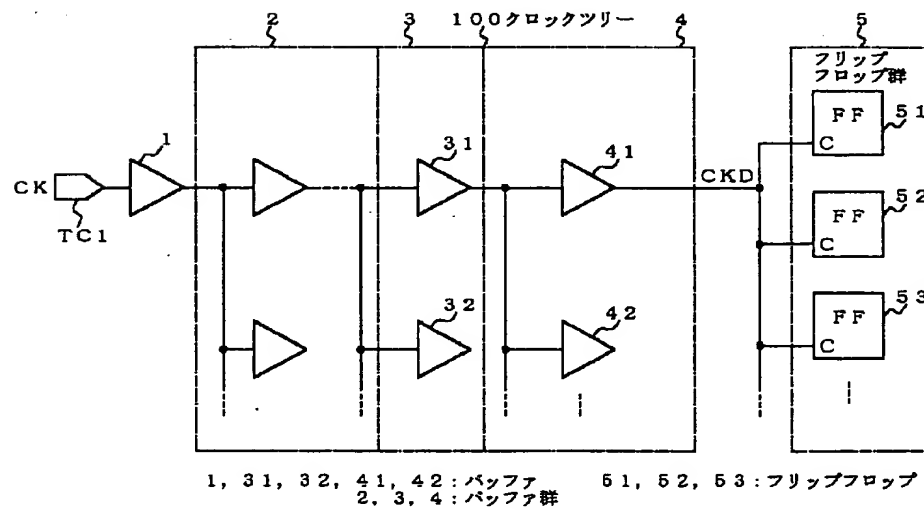
【図 7】



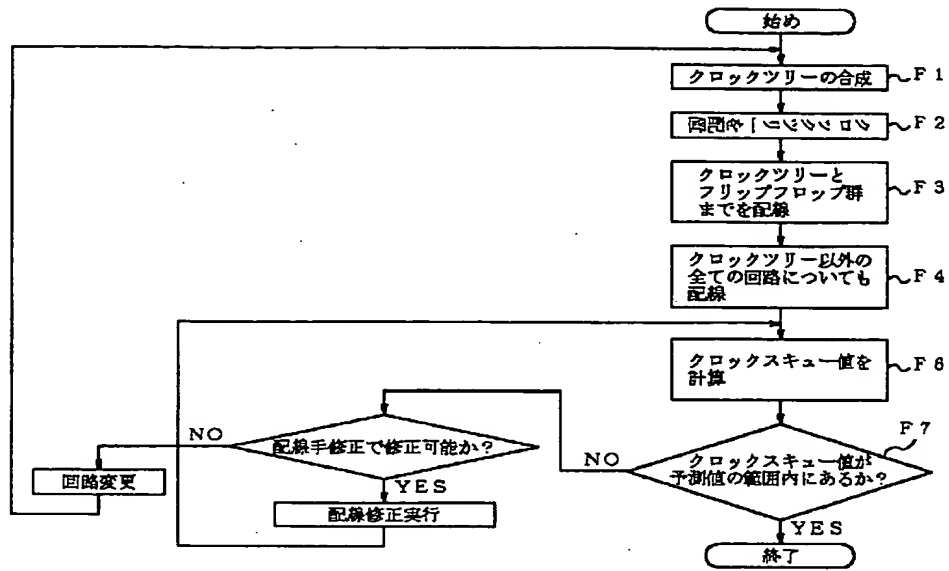
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

